

# HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

**Publication number:** NL9301439

**Publication date:** 1995-03-16

**Inventor:**

**Applicant:** ELEONOR VAN ANDEL

**Classification:**

**- international:** B23P15/26; F28D9/00; F28D11/02; F28F3/02;  
B23P15/26; F28D9/00; F28D11/00; F28F3/00; (IPC1-7):  
F28D21/00; F28D11/00

**- European:** B23P15/26; F28D9/00E; F28D11/02; F28F3/02B

**Application number:** NL19930001439 19930819

**Priority number(s):** NL19930001439 19930819

**Also published as:**

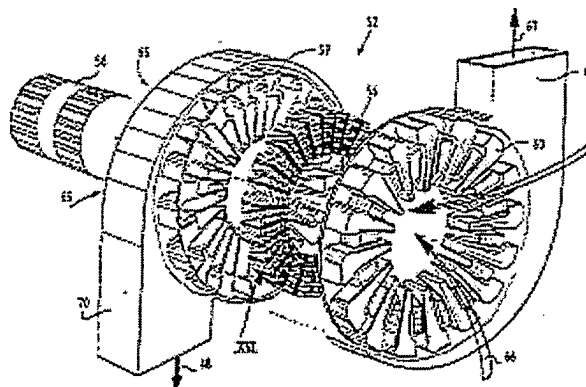
WO9505570 (A1)  
EP0714500 (A1)  
US5832992 (A1)  
EP0714500 (A0)  
EP0714500 (B1)

**Report a data error here**

Abstract not available for NL9301439

Abstract of corresponding document: **WO9505570**

A heat exchanger (1, 14, 18, 41, 42, 44, 51, 52, 56, 71, 72) comprises: a first space (3) through which a first medium can flow along a first path; a second space (4) through which a second medium can flow along a second path; and heat conducting means (7, 50, 83) which are in thermal contact with the first medium in the first space and the second medium in the second space for transferring heat therebetween; which heat conducting means consist of heat conducting wires which extend from the first space and the second space with mutual interspacing and in mutually parallel relation in a direction differing from the directions of the first and second path over at least a part of both transverse dimensions relative to the said paths, and has the characteristic that the wires are arranged in flat strips or mats which are placed such that at least one of the media flows first between the strips or mats and then through the strips or mats and between the wires with heat exchange between that medium and the wires.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19



Octroiraad  
Nederland

11 Publikatienummer: 9301439

12 A TERINZAGELEGGING

21 Aanvraagnummer: 9301439

51 Int.Cl.<sup>6</sup>:  
F28D 21/00, F28D 11/00

22 Indieningsdatum: 19.08.93

43 Ter inzage gelegd:  
16.03.95 i.e. 95/06

71 Aanvrager(s):  
Eleonoor van Andel te Fleringen

72 Uitvinder(s):  
Eleonoor van Andel te Fleringen

74 Gemachtigde:  
Ir. B.H.J. Schumann c.s.  
Octroobureau Arnold & Siedsma  
Piet Heinstraat 7,  
7511 JH Enschede

54 Warmtewisselaar en werkwijze voor het vervaardigen daarvan

57 Een warmtewisselaar omvat: een langs een eerste baan door een eerste medium doorstroombare eerste ruimte; een langs een tweede baan door een tweede medium doorstroombare tweede ruimte; en warmtegeleidende middelen die in contact verkeren met het eerste medium in de eerste ruimte en het tweede medium in de tweede ruimte voor het overdragen van warmte daartussen. Doel van de uitvinding is het verschaffen van een warmtewisselaar die een hoog debiet per volume-eenheid mogelijk maakt, een geringe drukval veroorzaakt, een hoog rendement bezit, en zich eenvoudig in massa laat vervaardigen tegen geringe kosten. In het algemeen verschaft met het oog hierop de uitvinding een warmtewisselaar van het genoemde type, die het kenmerk vertoont dat de warmtegeleidende middelen bestaan uit warmtegeleidende draden die zich met onderlinge tussenruimte en in onderling evenwijdige relatie in een van de richtingen van de eerste en de tweede baan afwijkende richting over elk van beide volledige dwarsafmetingen, ten opzichte van de genoemde banen, van de eerste ruimte en de tweede ruimte uitstrekken.

NL A 9301439

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

WARMTEWISSELAAR EN WERKWIJZE VOOR HET VERVAARDIGEN DAARVAN

De uitvinding heeft betrekking op een warmtewisselaar, omvattende:

een langs een eerste baan door een eerste medium doorstroombare eerste ruimte;

5 een langs een tweede baan door een tweede medium doorstroombare tweede ruimte; en

warmtegeleidende middelen die in contact verkeren met het eerste medium in de eerste ruimte en het tweede medium in de tweede ruimte voor het overdragen van warmte daartussen.

10 Een dergelijke warmtewisselaar is in vele uitvoeringen bekend. Doel van de uitvinding is het verschaffen van een warmtewisselaar die een hoog debiet per volume-eenheid mogelijk maakt, een geringe drukval veroorzaakt, een hoog rendement bezit, en zich eenvoudig in massa laat vervaardigen  
15 tegen geringe kosten.

In het algemeen verschaft met het oog hierop de uitvinding een warmtewisselaar van het genoemde type, die het kenmerk vertoont dat de warmtegeleidende middelen bestaan uit warmtegeleidende draden die zich met onderlinge tussenruimte  
20 en in onderling evenwijdige relatie in een van de richtingen van de eerste en de tweede baan afwijkende richting over elk van beide volledige dwarsafmetingen, ten opzichte van de genoemde banen, van de eerste ruimte en de tweede ruimte uitstrekken.

25 In een voorkeursuitvoering vertoont de warmtewisselaar het kenmerk dat de twee ruimten zijn gescheiden door een scheidingswand, bestaande uit een aantal, de warmtegeleidende draden op onderlinge afstanden houdende, afstanddraden die door een hecht- en vulmassa met elkaar en met de  
30 warmtegeleidende draden verbonden zijn en zodanig zijn aangebracht, dat ze de doorstroming van medium niet of althans in verwaarloosbare mate belemmeren.

In een bepaalde uitvoering vertoont de warmtewisselaar het kenmerk dat de hecht- en vulmassa een lijm is. In een

praktische vervaardiging van de warmtewisselaar kan de lijm aan de afstanddraden worden aangebracht. Deze afstanddraden, die bijvoorbeeld uit nylon kunnen bestaan, worden door een aanbrengstation voor de lijm geleid. De lijm, die hiertoe bij  
 5 voorkeur een pseudo-plastisch karakter bezit, laat zich als een laag om de nylandraad aanbrengen en trekt niet tot druppels samen.

In het bijzonder in een uitvoering, waarin de warmtegeleidende draden bestaan uit koper en niet van een  
 10 deklaag zijn voorzien, kan de hecht- en vulmassa een soldeermassa zijn.

Een voorkeursuitvoering van de uitvinding vertoont het kenmerk dat de eerste ruimte en de tweede ruimte respectievelijk bestaan uit een aantal met onderlinge  
 15 tussenruimten gerangschikte eerste compartimenten, en een aantal de genoemde tussenruimten tussen de eerste compartimenten opvullende tweede compartimenten, waarbij de warmtegeleidende draden zich over de gehele betreffende afmeting van de warmtewisselaar uitstrekken.

20 In een bepaalde uitvoering vertoont de warmtewisselaar het kenmerk dat de steek van de warmtegeleidende draden 1,2 - 20x de draaddiameter bedraagt. Een zeer hoog rendement wordt verkregen met een uitvoering, waarin de steek van de warmtegeleidende draden 2x de draaddiameter bedraagt.

25 Deze laatste uitvoering kan met voordeel de bijzonderheid vertonen dat de afstanddraden dezelfde diameter bezitten als de warmtegeleidende draden.

Economisch het meest aantrekkelijk is een warmtewisselaar die de bijzonderheid vertoont dat de diameter  
 30 van de warmtegeleidende draden zodanig is gekozen, dat het produkt van de prijs van de draden per kg en de draaddiameter tot de macht 1,5 niet groter is dan 3x de minimale waarde van dat produkt.

De warmtewisselaar kan het kenmerk vertonen dat de  
 35 warmtegeleidende draden althans in hoofdzaak bestaan uit koper, aluminium, gefrafitiseerde koolstofvezels of een ander, de warmte althans in de langsrichting van de draden goed geleidend materiaal. Gefrafitiseerde koolstofvezels vertonen een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt in de

langsrichting, maar hebben het nadeel relatief bros en duur te zijn. Uit economische overwegingen verdient naar alle waarschijnlijkheid het gebruik van koper of aluminium althans voorlopig de voorkeur.

- 5           In dit laatste verband wordt de voorkeur gegeven aan een uitvoering waarin de warmtegeleidende draden in hoofdzaak uit koper of aluminium bestaan en een diameter van althans ongeveer 0,1 mm bezitten.

Een praktische voorkeursuitvoering van de  
10   warmtewisselaar volgens de uitvinding vertoont de bijzonderheid dat de warmtegeleidende draden met de afstanddraden tot een langwerpige mat zijn gegroepeerd en zich in de langsrichting daarvan uitstrekken,

- dat de eerste compartimenten een eerste stand ten  
15   opzichte van het hoofdvlak van de mat innemen, zodanig dat de eerste baan zich dwars op de warmtegeleidende draden uitstrekt;

          dat de tweede compartimenten een tweede stand ten  
opzichte van het hoofdvlak van de mat innemen, zodanig dat de  
20   tweede baan zich dwars op de warmtegeleidende draden uitstrekt;

          dat zich aan de ene zijde van de mat een eerste zig-zag gevouwen plaat uitstrekt, die de betreffende begrenzingen van de eerste en de tweede compartimenten vormt;

- 25           dat zich aan de andere zijde van de mat een tweede zig-zag gevouwen plaat uitstrekt, die de betreffende begrenzingen van de eerste en de tweede compartimenten vormt;

          en dat de door de twee platen gevormde begrenzingen samen met de genoemde scheidingswanden de  
30   zijbegrenzingswanden van de compartimenten vormen.

- Deze voorkeursuitvoering wordt bij voorkeur zodanig gebruikt, dat de twee media in aangrenzende compartimenten van de mat met elkaar in tegenstroom zijn, zodat het rendement van warmtewisseling tot een economisch juiste  
35   hoogte kan worden opgevoerd door de mat dikker te maken in richting van de stromen.

Bijvoorbeeld kan deze warmtewisselaar het kenmerk vertonen dat de eerste stand en de tweede stand symmetrisch zijn ten opzichte van het hoofdvlak van de mat.

Zeer eenvoudig en goedkoop te vervaardigen is een variant, waarin de platen zijn gevormd uit een rechte strook plaatmateriaal, bijvoorbeeld door vouwen of door thermovormen uit polymeerfilm.

- 5 Een bepaald uitvoeringsvoorbeeld vertoont de bijzonderheid dat elk compartiment een doorsnede, loodrecht op het hoofdvlak van de mat, bezit met de algemene vorm van een vierhoek, waarvan de mat een diagonaal is.

10 Zeer belangrijk is een uitvoering waarin de platen zodanig zijn gevouwen, dat ze nestbaar zijn met de platen van een zelfde warmtewisselaar. Een dergelijke warmtewisselaar laat zich zeer gemakkelijk koppelen met eenzelfde warmtewisselaar, zodat een samengestelde warmtewisselaar van nagenoeg elke gewenste afmeting kan worden verkregen. Deze  
15 modulaire opbouw maakt een zeer grote produktieflexibiliteit mogelijk.

De hiervoor genoemde uitvoering, waarin de mat een diagonaal is van een vierhoek, kan met voordeel de bijzonderheid vertonen dat elke baan met de mat een hoek  
20 vormt, waarvan de tangens althans ongeveer 0,2 bedraagt.

Een gemakkelijke condensafvoer is verzekerd met een variant, waarin aan althans één van de ruimten een vezelige tweede mat aan de mat van warmtegeleidende draden aansluit, welke vezelige tweede mat dient voor het van de onderzijde  
25 van de mat van warmtegeleidende draden door capillaire werking afzuigen van condensaat.

Een bepaalde variant vertoont het kenmerk dat de mat is vervaardigd door het afwisselend op elkaar plaatsen van een laag warmtegeleidende draden en een laag afstanddraden. Een  
30 dergelijke warmtewisselaar is gemakkelijk te vervaardigen.

Bij voorkeur bedraagt in deze uitvoering het aantal warmtegeleidende lagen dertien. Dit komt overeen met een economisch optimum van vier warmteoverdrachtseenheden of "schotels" bij een in-uit temperatuurverschil van 10°C en  
35 tegenstroom van de twee media.

In het bijzonder die uitvoering, die het kenmerk vertoont dat de mat is vervaardigd door het opwickelen van warmtegeleidende draden, is gemakkelijk en goedkoop te vervaardigen.

Een specifieke uitvoering vertoont de bijzonderheid dat de scheidingswand een zekere vochtdoorlatendheid vertoont.

Een uitvoering waarin de temperaturen beperkt blijven tot een zekere maximale waarde, bijvoorbeeld 80 à 100° kan met voordeel het kenmerk vertonen dat de platen uit kunststof bestaan.

Voor hogere temperaturen kan de warmtewisselaar de bijzonderheid vertonen dat de platen uit aluminium bestaan. Het zal duidelijk zijn dat ook andere materialen in principe in aanmerking komen.

Een specifieke uitvoering vertoont het kenmerk dat de breedte van elk der eerste en/of tweede compartimenten een waarde bezit die evenredig is met de diameter van de warmtegeleidende dranden en de wortel uit hun warmtegeleidbaarheid, bijvoorbeeld:

	diameter	breedte
Koperdraad	0,1 mm	6 mm
	0,05 mm	3 mm
Aluminiumdraad	0,1 mm	4,5 mm
	0,05 mm	2,3 mm

Zeer aantrekkelijk is een variant, waarin de warmtewisselaar deel uitmaakt van een door een motor aandrijfbare rotor, zodanig dat twee functies zijn gecombineerd, namelijk het verpompen van twee media en het uitwisselen van warmte daartussen. Deze warmtewisselaar combineert de genoemde twee functies en is daardoor zeer compact en tevens goedkoop te bouwen. Tevens wordt opgemerkt, dat bij een roterend aangedreven warmtewisselaar het afvoeren van condens of ander vocht gemakkelijk door centrifugale krachten kan plaatsvinden.

Bij voorkeur wordt de warmtewisselaar volgens de uitvinding zodanig gedimensioneerd dat de effectieve doortochten van de twee ruimten corresponderen met bepaalde

9301439

fysische eigenschappen van de twee media, in het bijzonder  $c_p$ , de warmtecapaciteit bij constante druk.

De uitvinding betreft tevens een werkwijze voor het vervaardigen van een warmtewisselaar van het in conclusie 12  
5 gespecificeerde type. Deze werkwijze volgens de uitvinding omvat de stappen:

- 10 (1) het verschaffen van een strook, die aan zijn beide langszijsden dwarsuitsteeksels, bijvoorbeeld pennen, draagt, die paarsgewijs op gelijke langsposities zijn gelegen, welke paren vooraf gekozen onderlinge afstanden vertonen, bijvoorbeeld gelijke afstanden, dan wel afwisselend de ene en de andere van twee verschillende afstanden;
- 15 (2) het verschaffen van een eerste zig-zag gevouwen plaat met dwarszones met dezelfde steken als de uitsteeksels, van welke eerste plaat de dwarsafmetingen overeenkomen met de afstand tussen de twee rijen uitsteeksels;
- 20 (3) het tussen de uitsteeksels plaatsen van de plaat, zodanig dat de dwarszones daarvan in register met de uitsteeksels zijn gelegen;
- (4) het verschaffen van warmtegeleidende draden;
- (5) het verschaffen van afstanddraden;
- 25 (6) het afwisselend aanbrengen van een laag op onderlinge afstand gelegen warmtegeleidende draden, die zich in de langsrichting van de plaat uitstrekken, en een laag op onderlinge afstand gelegen afstanddraden, die zig-zag over de uitsteeksels zijn geslagen, zodanig dat ze zich in  
30 dwarsrichting uitstreckende zones vertonen, die met de paren uitsteeksels corresponderende steken vertonen, waarbij althans ter plaatse van de kruisingen tussen de warmtegeleidende draden en de afstanddraden en ter plaatse van de dwarszones van de plaat een hecht- en vulmassa wordt aangebracht;
- 35 (7) het verschaffen van een tweede zig-zag gevouwen plaat met dwarszones met dezelfde steken als de uitsteeksels, van welke tweede plaat de dwarsafmetingen overeenkomen met de afstand tussen



de twee rijen uitsteeksels;

(8) het tegen de laatst aangebrachte laag draden  
aanbrengen van de tweede plaat in register met de  
eerste plaat en de dwarszones van de afstanddraden,  
5 waarbij althans ter plaatse van de dwarszones van  
de tweede plaat een hecht- en vulmassa wordt  
aangebracht;

(9) het zonodig doen uitharden van de hecht- en  
vulmassa voor het verkrijgen van koppeling tussen  
10 de warmtegeleidende draden, de afstanddraden en de  
eerste en de tweede plaat en het vormen van de  
scheidingswanden; en

(10) het van de uitsteeksels, dwars op de strook,  
verwijderen van de aldus gevormde warmtewisselaar.  
15 Het meest eenvoudig is die uitvoering, die de stap  
omvat:

(11) het zodanig uitvoeren van stap (1), dat de strook  
cirkelvormig en roterend aandrijfbaar is voor het  
door opwickelen aanbrengen van de warmtegeleidende  
20 draden.

De uitvinding zal nu worden toegelicht aan de hand van  
bijgaande tekeningen. Hierin tonen:

figuur 1 een sterk vereenvoudigd en geschematiseerd  
perspectivisch aanzicht van een warmtewisselaar;

25 figuur 2 het detail II van figuur 1 op grotere schaal;  
figuur 2a een met figuur 2 corresponderend aanzicht van  
een voorkeursuitvoering;

figuur 3 een gedeeltelijk weggebroken perspectivisch  
aanzicht van een basisuitvoering;

30 figuur 4 een met figuur 3 corresponderend aanzicht van  
twee geneste warmtewisselaars, waaruit blijkt, dat de  
basisuitvoering volgens figuur 3 modulair tot een  
warmtewisselaar-eenheid van elke gewenste grootte kan worden  
samengesteld;

35 figuur 5 een warmtewisselaar-eenheid met een aantal  
geneste warmtewisselaarmodules;

figuur 6 een schematisch perspectivisch aanzicht van  
een inrichting, met behulp waarvan een warmtewisselaar  
volgens figuur 3 kan worden vervaardigd;

figuur 7 het detail VII volgens figuur 6 op grotere schaal;

figuur 8 een bovenaanzicht van een detail op vergrote schaal van de warmtewisselaar volgens figuur 7;

5        figuur 9 een perspectivisch aanzicht van gerede warmtewisselaar op basis van de basisuitvoering volgens figuur 3;

figuur 10 een gedeeltelijk weggebroken perspectivisch aanzicht van een alternatief;

10       figuur 11 een perspectivisch aanzicht van weer een andere uitvoeringsvorm, die in het bijzonder geschikt is voor warmte-uitwisseling tussen een gasvormig en een vloeibaar medium en voorzien is van condensafvoer, bijvoorbeeld voor luchtbehandelingsinstallaties;

15       figuur 12 een gedeeltelijk weggebroken perspectivisch aanzicht van een roterend aandrijfbare warmtewisselaar, in een eerste, eenvoudige uitvoering; en

figuur 13 een gedeeltelijk weggebroken perspectivisch aanzicht van een meer verfijnde uitvoering van een roterende  
20 warmtewisselaar annex mediumpomp volgens de uitvinding.

Figuur 1 toont een warmtewisselaar 1. Deze omvat een aantal op afstand van elkaar gelegen, schematisch aangeduide scheidingswanden 2, die door twee media 3, 4 doorstroombare compartimenten vormen. Warmtewisselend contact tussen de  
25 afwisselende compartimenten 5, 6 vindt plaats via een mat 7, bestaande uit zich in langsrichting 8 uitstrekkende warmtegeleidende draden, bijvoorbeeld van koper, die door middel van afstanddraden op onderlinge afstand worden gehouden.

30       Figuur 2 toont, dat de warmtegeleidende koperen draden 9 op een zodanige verticale afstand van elkaar zijn gelegen, dat de mediumstromen 3, 4 niet of slechts in verwaarloosbare mate worden belemmerd. Nylon afstanddraden 10 houden de zich in verticale vlakken uitstrekkende lagen  
35 draden 9 op onderlinge afstand, zodat de in figuur 2 getoonde regelmatige dwarsdoorsnede-structuur van de mat 7 is verkregen. De koperen warmtegeleidende draden 9 en de nylon afstanddraden 10 zijn met elkaar verbonden door middel van een hechtmassa.

Figuur 2a toont een uitvoering, waarin de afstand-  
draden 11 dezelfde diameter bezitten als de warmtegeleidende  
draden 9. In deze figuur is tevens de hecht- en vulmassa 12  
getekend, die ter plaatse van de scheidingswanden tussen de  
5 compartimenten 5 en 6 in het gebied van de mat 7 de functie  
van de scheidingswanden vervult. De scheidingswanden 13, die  
in figuur 1 slechts schematisch zijn aangeduid, sluiten in de  
meeste uitvoeringen van de warmtewisselaar volgens de  
uitvinding mediumdicht aan op de door de hecht- en vulmassa  
10 gevormde scheidingswand-zones.

Opgemerkt wordt, dat in de figuren 1, 2 en 3 de  
mediumstromen 3 en 4 in tegengestelde richting zijn getekend.  
Het zal evenwel duidelijk zijn, dat dit slechts een voorbeeld  
betreft en dat ook andere richtingen mogelijk zijn, zoals  
15 onder meer aan de hand van de hierna te bespreken figuur 3  
duidelijk zal worden.

Figuur 3 toont het basisprincipe van een  
voorkeursuitvoering van de warmtewisselaar volgens de  
uitvinding.

20 Basis van de warmtewisselaar 14 volgens figuur 3 is de  
in langsrichting 8 warmtegeleidende mat 7' volgens figuur 2a.

De compartimenten 5 en 6 zijn op de in figuur 3  
getoonde wijze uitgevoerd als onder een hoek ten opzichte van  
het vlak van de mat 7' geplaatste blokvormige structuren,  
25 waarin de mat 7' diagonaalsgewijs is geplaatst. Aan  
weerszijden van de mat 7' zijn zig-zag gevouwen platen 15, 16  
aangebracht. Deze zijn elk uit een vlakke rechthoekige strook  
gevouwen.

Figuur 4 toont, dat twee van de warmtewisselaars 14 in  
30 elkaar kunnen worden geschoven volgens pijlen 17. Op deze  
wijze kan een modulair samengestelde warmtewisselaar-eenheid,  
bestaande uit warmtewisselaars 14 worden vervaardigd met elke  
gewenste afmeting.

Figuur 5 toont een dergelijke structuur. De  
35 warmtewisselaar-eenheid 18 omvat een aantal genest geplaatste  
warmtewisselaars 14 volgens figuur 4. Deze zijn omgeven door  
een huis 20 met een toevoer 21 voor de mediumstroom 4, een  
afvoer 22 voor de mediumstroom 4, een toevoer 24 voor de  
mediumstroom 3 en een afvoer 23 voor de mediumstroom 3. De

toevoeren en afvoeren voor de media 2 en 3 zijn op de schematisch in figuur 5 weergegeven wijze van elkaar gescheiden, zodanig dat de media 3 en 4 uitsluitend in warmtewisselend contact met elkaar verkeren.

5           Figuur 6 toont schematisch een inrichting 25, waarmee een warmtewisselaar van het in figuur 3 getoonde type kan worden vervaardigd. Een door middel van niet-getekende aandrijfmiddelen volgens pijl 26 roterend aandrijfbaar wiel 27 draagt aan zijn buitenzijde een strook, die op  
10 onderling gelijke hoekafstanden gelegen paren pennen 28, 29 draagt. De pennen 28 strekken zich uit aan de bovenzijde terwijl de pennen 29 zich aan de onderzijde uitstrekken.

Figuur 7 toont een en ander meer in detail.

Voor het vervaardigen van de warmtewisselaar 14 wordt  
15 eerst de vooraf zig-zag gevouwen plaat 16 op de aangegeven wijze geplaatst, zodanig dat de zig-zag structuur nauwkeurig geregistreerd is met de onderlinge afstand tussen de pennen 28, 29.

Vervolgens worden afwisselend lagen warmtegeleidende  
20 draden 9 en afstanddraden 11 aangebracht, zodanig dat de in figuur 2a getoonde mat-structuur wordt verkregen. Zoals figuur 7 toont, zijn de afstanddraden 11 steeds om de pennen 28, 29 geslagen, zodanig dat de zich verticaal uitstrekken zones de eigenlijke functie van afstanddraden vervullen. Voor  
25 de gewenste hechting tussen de plaat 16, de warmtegeleidende draden 9 en de afstanddraden 11 wordt gebruik gemaakt van een pseudo-plastische lijm, die door verwarming tot uitharden kan worden gebracht.

Figuur 6 toont schematisch, dat de plaat 16 vanaf een  
30 voorraadrol 30 op het wiel 27 wordt aangebracht. De warmtegeleidende draden worden aan het wiel 27 toegevoerd vanaf vrij roteerbare en bijvoorbeeld licht geremd opgestelde voorraadhaspels 31. Door middel van geschikte geleidingsmiddelen worden ze zodanig aangebracht, dat de  
35 structuur met onderlinge tussenruimten volgens figuur 2a ontstaat. Door middel van een lijmaanbrengstation 32 wordt steeds de buitenste laag van een lijmlaag voorzien. Twee aandrukwielen 33, 34 drukken de buitenranden in de richting van de pennen 28, 29. De door opwikkeling van de

warmtegeleidende draden 9 gevormde verticale lagen worden afgewisseld door de lagen afstanddraden 11, die in figuur 7 zijn getoond. Deze worden aangebracht door de draad vanaf een voorraadhaspel 35 af te wikkelen en zodanig heen en weer  
 5 gaand te geleiden door middel van een geleidingsinrichting 36, dat de draad op de in figuur 7 getoonde wijze heen en weer gaand steeds over twee over één steekafstand versprongen pennen respectievelijk 28, 29 wordt geleid.

Een tunnel 37 strekt zich over een deel van de omtrek  
 10 van het wiel 27 uit. Deze tunnel dient voor het door verwarming uitharden van de aangebrachte lijm. Aan de tunnel sluit daartoe een ventilator 38 met verwarmingselementen 39 aan.

Op de beschreven wijze kan door één continue bewerking  
 15 door een gewenst aantal omwentelingen van het wiel 27 een warmtewisselaar worden vervaardigd, die een met het aantal omwentelingen corresponderend aantal lagen van de warmtegeleidende draden 9 vertoont. In een voorkeursuitvoering bedraagt dit aantal dertien.

De figuren 7 en 8 tonen, dat na voltooiing van de  
 20 dertien lagen van de mat 7' aan de buitenzijde, door tussenkomst van de lijm, de plaat 15 wordt geplaatst. Nadat de warmtewisselaar aldus is voltooid, kan hij door radiaal naar buiten te worden geschoven langs de pennen 28, 29 van  
 25 het wiel 27 worden verwijderd.

Figuur 6 geeft aan, dat de voorraadrol 30 zowel de plaat 15 als de plaat 16 draagt. Deze platen zijn immers identiek en kunnen dan ook van dezelfde rol worden afgenomen, dan wel door een produktie-inrichting ter plaatse worden  
 30 vervaardigd. Als gevolg van de lichte kromming van de draden 9 zal er een (zeer geringe) kromming van de warmtewisselaar resteren. Door de kromtestraal 40 van het wiel 27 voldoende groot te kiezen zal deze kromming onder praktijkomstandigheden volstrekt verwaarloosbaar zijn.

Figuur 9 toont de gerede warmtewisselaar op basis van  
 35 het in figuur 3 getoonde principe.

Figuur 10 toont een warmtewisselaar 41, waarin de compartimenten niet de vorm van een blok bezitten, maar de vorm van gelijkbenige driehoeken, waarin de mat 7' de

hoogtelijn vanaf de top vormt. Zoals figuur 10 duidelijk toont, stroomt, anders dan in figuur 3 getekend, de mediumstroom 3, 4 niet min of meer rechtdoor, maar wordt via een bocht omgeleid. Opgemerkt wordt, dat de platen 15, 16  
 5 identiek zijn aan deze platen volgens figuur 3, maar over een halve steek afstand ten opzichte van figuur 3 versprongen zijn.

Figuur 11 toont een warmtewisselaar 42, die in die zin verschilt van de warmtewisselaar 14 volgens figuur 3 en  
 10 figuur 9, dat de compartimenten voor de mediumstroom 4 een vergrote afmeting in de langsrichting 8 bezitten. Deze dimensionering is gekozen met het oog op de  $c_p$  van het medium 4. De vorm van de platen, in dit geval aangeduid als 15' en 16' is hiermee in overeenstemming. Duidelijk zal zijn,  
 15 dat een inrichting voor het vervaardigen van een dergelijke warmtewisselaar corresponderend moet zijn aangepast. De pennen 28, 29 dienen aangepaste onderlinge afstanden te bezitten en de geleidingsinrichting dient de draad 11 overeenkomstig te geleiden.

20 De aandacht wordt gevestigd op de zich aan de onderzijde van de brede compartimenten 6' uitstreckende vezelige matten of "wicks" 43. Deze dienen voor het afvoeren van condens uit de warmtewisselaar 42.

Figuur 12 toont een inrichting 44 volgens de  
 25 uitvinding, die twee functies met elkaar combineert, namelijk het verpompen van de media 3 en 4 en het uitwisselen van warmte daartussen.

Daartoe omvat de inrichting 44 een huis 45 met een toevoer 23' voor het medium 3, een afvoer 24' voor het medium  
 30 3, een toevoer 21' voor het medium 4 en een afvoer 22' voor het medium 4. In het huis is een door middel van een krans 46 roterend aandrijfbare rotor 47 opgenomen, die acht schoepen 48 omvat, die in dit geval ongeveer halverwege met elkaar zijn verbonden door middel van een scheidingswand 49. De  
 35 schoepen omvatten zich in axiale richting uitstreckende warmtegeleidende draden 50, die op de hiervoor uitgebreid beschreven wijze tot een mat zijn samengesteld. De scheidingswand 49 sluit in hoofdzaak mediumdicht aan het binnenvlak van het huis 45 aan.

De inrichting 44 is gebaseerd op het principe van de centrifugaalpomp. Door de aandrijving van de rotor met de acht, samen in een stervorm gegroepende schoepen wordt axiaal medium 3, 4 aangezogen en via de van

5 centrifugaalpompen bekende min of meer tangentieel aan de cilindervormige ruimte van het huis 45 aansluitende afvoeren 22', 24' afgevoerd. De media 3, 4 worden aldus gedwongen zich door de wanden van de schoepen 48 heen te verplaatsen, conform het bijvoorbeeld in figuur 1 geschetste principe. De  
10 warmtegeleidende draden zijn aldus in de gelegenheid warmte van het ene medium naar het andere over te dragen.

Figuur 13 toont een verfijnde uitvoering van een dergelijke pomp annex warmtewisselaar. Anders dan in de uitvoering van figuur 12 is de inrichting 51 volgens  
15 figuur 13 gebaseerd op toepassing van een aantal warmtewisselaars 14 volgens de figuren 3 en 9. Opgemerkt wordt, dat onderdelen in figuur 13 die corresponderen met onderdelen in figuur 12 met dezelfde verwijzingsgetallen zijn aangeduid als daar. Functioneel corresponderende onderdelen  
20 zijn, waar opportuun, aangeduid met hetzelfde verwijzingsgetal, voorzien van een accent.

De structuur van de inrichting 51 is gebaseerd op hetzelfde principe als de inrichting 18 volgens figuur 5, zij het, dat natuurlijk de eigenlijke warmtewisselaar-eenheid,  
25 bestaande uit een aantal warmtewisselaars 14, op de wijze van een aantal min of meer radiale spaken is opgebouwd. Na de bespreking van figuur 12 en figuur 5 zal de opbouw en de werking van de inrichting 51 duidelijk zijn. De aandacht wordt erop gevestigd, dat door de opbouw van de  
30 warmtewisselaars 14, die immers de basis van de inrichting 51 vormen, de posities van de media afvoeren 22' en 24' ten opzichte van die in de inrichting 44 volgens figuur 12 zijn verwisseld.

\*\*\*\*\*

CONCLUSIES

1. Warmtewisselaar, omvattende:  
een langs een eerste baan door een eerste medium  
doorstroombare eerste ruimte;  
een langs een tweede baan door een tweede medium  
5 doorstroombare tweede ruimte; en  
warmtegeleidende middelen die in contact verkeren met  
het eerste medium in de eerste ruimte en het tweede medium in  
de tweede ruimte voor het overdragen van warmte daartussen;  
met het kenmerk, dat  
10 de warmtegeleidende middelen bestaan uit  
warmtegeleidende draden die zich met onderlinge tussenruimte  
en in onderling evenwijdige relatie in een van de richtingen  
van de eerste en de tweede baan afwijkende richting over elk  
van beide volledige dwarsafmetingen, ten opzichte van de  
15 genoemde banen, van de eerste ruimte en de tweede ruimte  
uitstrekken.
2. Warmtewisselaar volgens conclusie 1,  
met het kenmerk, dat  
de twee ruimten zijn gescheiden door een  
20 scheidingswand, bestaande uit een aantal, de warmtegeleidende  
draden op onderlinge afstanden houdende, afstanddraden die  
door een hecht- en vulmassa met elkaar en met de  
warmtegeleidende draden verbonden zijn en zodanig zijn  
aangebracht, dat ze de doorstroming van medium niet of  
25 althans in verwaarloosbare mate belemmeren.
3. Warmtewisselaar volgens conclusie 2,  
met het kenmerk, dat  
de hecht- en vulmassa een lijm is.
4. Warmtewisselaar volgens conclusie 2,  
30 met het kenmerk, dat  
de hecht- en vulmassa een soldeermassa is.



5. Warmtewisselaar volgens conclusie 1,  
met het kenmerk, dat

de eerste ruimte en de tweede ruimte respectievelijk  
5 bestaan uit een aantal met onderlinge tussenruimten  
gerangschikte eerste compartimenten, en een aantal de  
genoemde tussenruimten tussen de eerste compartimenten  
opvullende tweede compartimenten, waarbij de warmtegeleidende  
draden zich over de gehele betreffende afmeting van de  
10 warmtewisselaar uitstrekken.

6. Warmtewisselaar volgens conclusie 1,  
met het kenmerk, dat

de steek van de warmtegeleidende draden  
1,2 - 20x de draaddiameter bedraagt.

15 7. Warmtewisselaar volgens conclusie 6,  
met het kenmerk, dat

de steek van de warmtegeleidende draden 2x de  
draaddiameter bedraagt.

8. Warmtewisselaar volgens conclusies 2 en 7,

20 met het kenmerk, dat

de afstanddraden dezelfde diameter bezitten als de  
warmtegeleidende draden.

9. Warmtewisselaar volgens conclusie 1,  
met het kenmerk, dat

25 de diameter van de warmtegeleidende draden zodanig is  
gekozen, dat het produkt van de prijs van de draden per kg en  
de draaddiameter tot de macht 1,5 niet groter is dan 3x de  
minimale waarde van dat produkt.

10. Warmtewisselaar volgens conclusie 1,

30 met het kenmerk, dat

de warmtegeleidende draden althans in hoofdzaak bestaan  
uit koper, aluminium, gegracitiseerde koolstofvezels of een  
andere, de warmte althans in de langsrichting van de draden  
goed geleidend materiaal.

11. Warmtewisselaar volgens conclusies 9 en 10,

35 met het kenmerk, dat

de warmtegeleidende draden in hoofdzaak uit koper of  
aluminium bestaan en een diameter van althans ongeveer 0,1 mm  
bezitten.

12. Warmtewisselaar volgens conclusies 2 en 5,  
met het kenmerk, dat

de warmtegeleidende draden met de afstanddraden tot een  
 5 langwerpige mat zijn gegroepeerd en zich in de langsrichting  
 daarvan uitstrekken,

dat de eerste compartimenten een eerste stand ten  
 opzichte van het hoofdvlak van de mat innemen, zodanig dat de  
 eerste baan zich dwars op de warmtegeleidende draden  
 10 uitstrekt;

dat de tweede compartimenten een tweede stand ten  
 opzichte van het hoofdvlak van de mat innemen, zodanig dat de  
 tweede baan zich dwars op de warmtegeleidende draden  
 uitstrekt;

15 dat zich aan de ene zijde van de mat een eerste zig-zag  
 gevouwen plaat uitstrekt, die de betreffende begrenzingen van  
 de eerste en de tweede compartimenten vormt;

dat zich aan de andere zijde van de mat een tweede  
 zig-zag gevouwen plaat uitstrekt, die de betreffende  
 20 begrenzingen van de eerste en de tweede compartimenten vormt;

en dat de door de twee platen gevormde begrenzingen  
 samen met de genoemde scheidingswanden de  
 zijbegrenzingswanden van de compartimenten vormen.

13. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
 25 met het kenmerk, dat

de eerste stand en de tweede stand symmetrisch zijn ten  
 opzichte van het hoofdvlak van de mat.

14. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
met het kenmerk, dat

30 de platen zijn gevormd uit een rechte strook  
 plaatmateriaal, bijvoorbeeld door vouwen of door thermovormen  
 uit polymeerfilm.

15. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
met het kenmerk, dat

35 elk compartiment een doorsnede, loodrecht op het  
 hoofdvlak van de mat, bezit met de algemene vorm van een  
 vierhoek, waarvan de mat een diagonaal is.

16. Warmtewisselaar volgens conclusie 15,  
met het kenmerk, dat

de platen zodanig zijn gevouwen, dat ze nestbaar zijn met de platen van een zelfde warmtewisselaar.

17. Warmtewisselaar volgens conclusie 15,  
met het kenmerk, dat

5 elke baan met de mat een hoek vormt, waarvan de tangens althans ongeveer 0,2 bedraagt.

18. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
met het kenmerk, dat

aan althans één van de ruimten een vezelige tweede mat  
10 aan de mat van warmtegeleidende draden aansluit, welke vezelige tweede mat dient voor het van de onderzijde van de mat van warmtegeleidende draden door capillaire werking afzuigen van condensaat.

19. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
15 met het kenmerk, dat

de mat is vervaardigd door het afwisselend op elkaar plaatsen van een laag warmtegeleidende draden en een laag afstanddraden.

20. Warmtewisselaar volgens conclusie 19,  
20 met het kenmerk, dat

het aantal lagen warmtegeleidende draden dertien bedraagt.

21. Warmtewisselaar volgens conclusie 19,  
met het kenmerk, dat

25 de mat is vervaardigd door het opwikkelen van warmtegeleidende draden.

22. Warmtewisselaar volgens conclusie 2,  
met het kenmerk, dat

de scheidingswand een zekere vochtdoorlatendheid  
30 vertoont.

23. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
met het kenmerk, dat

de platen uit kunststof bestaan.

24. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
35 met het kenmerk, dat

de platen uit aluminium bestaan.

25. Warmtewisselaar volgens conclusie 12,  
met het kenmerk, dat

de breedte van elk der eerste en/of tweede  
 compartimenten een waarde bezit die evenredig is met de  
 5 diameter van de warmtegeleidende dranden en de wortel uit hun  
 warmtegeleidbaarheid, bijvoorbeeld:

10		diameter	breedte
	Koperdraad	0,1 mm	6 mm
15		0,05 mm	3 mm
	Aluminiumdraad	0,1 mm	4,5 mm
20		0,05 mm	2,3 mm

26. Warmtewisselaar volgens een der voorgaande  
 25 conclusies,

met het kenmerk, dat

de warmtewisselaar deel uitmaakt van een door een motor  
 aandrijfbare rotor, zodanig dat twee functies zijn  
 gecombineerd, namelijk het verpompen van twee media en het  
 30 uitwisselen van warmte daartussen.

27. Warmtewisselaar volgens conclusie 1,

met het kenmerk, dat

de effectieve doortochten van de twee ruimten  
 corresponderen met bepaalde fysische eigenschappen van de  
 35 twee media, in het bijzonder  $c_p$ .

28. Werkwijze voor het vervaardigen van een  
 warmtewisselaar volgens conclusie 12, omvattende de stappen:

(1) het verschaffen van een strook, die aan zijn beide  
 langszijden dwarsuitsteeksels, bijvoorbeeld pennen,  
 40 draagt, die paarsgewijs op gelijke langsposities  
 zijn gelegen, welke paren vooraf gekozen onderlinge  
 afstanden vertonen, bijvoorbeeld gelijke afstanden,  
 dan wel afwisselend de ene en de andere van twee  
 verschillende afstanden;

45 (2) het verschaffen van een eerste zig-zag gevouwen

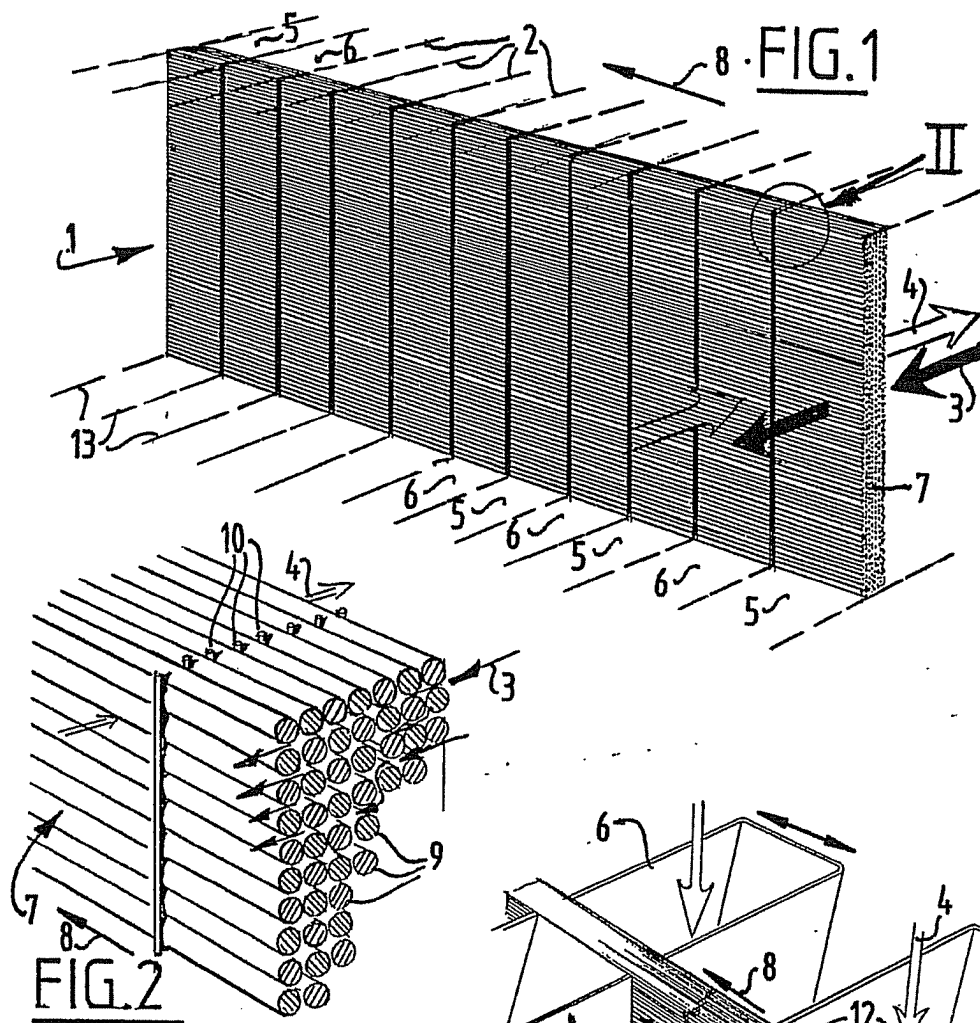
plaat met dwarszones met dezelfde steken als de uitsteeksels, van welke eerste plaat de dwarsafmetingen overeenkomen met de afstand tussen de twee rijen uitsteeksels;

- 5           (3) het tussen de uitsteeksels plaatsen van de plaat, zodanig dat de dwarszones daarvan in register met de uitsteeksels zijn gelegen;
- (4) het verschaffen van warmtegeleidende draden;
- (5) het verschaffen van afstanddraden;
- 10          (6) het afwisselend aanbrengen van een laag op onderlinge afstand gelegen warmtegeleidende draden, die zich in de langsrichting van de plaat uitstrekken, en een laag op onderlinge afstand gelegen afstanddraden, die zig-zag over de
- 15          uitsteeksels zijn geslagen, zodanig dat ze zich in dwarsrichting uitstreckende zones vertonen, die met de paren uitsteeksels corresponderende steken vertonen, waarbij althans ter plaatse van de kruisingen tussen de warmtegeleidende draden en de
- 20          afstanddraden en ter plaatse van de dwarszones van de plaat een hecht- en vulmassa wordt aangebracht;
- (7) het verschaffen van een tweede zig-zag gevouwen plaat met dwarszones met dezelfde steken als de uitsteeksels, van welke tweede plaat de
- 25          dwarsafmetingen overeenkomen met de afstand tussen de twee rijen uitsteeksels;
- (8) het tegen de laatst aangebrachte laag draden aanbrengen van de tweede plaat in register met de eerste plaat en de dwarszones van de afstanddraden,
- 30          waarbij althans ter plaatse van de dwarszones van de tweede plaat een hecht- en vulmassa wordt aangebracht;
- (9) het zonodig doen uitharden van de hecht- en vulmassa voor het verkrijgen van koppeling tussen
- 35          de warmtegeleidende draden, de afstanddraden en de eerste en de tweede plaat en het vormen van de scheidingswanden; en
- (10) het van de uitsteeksels, dwars op de strook, verwijderen van de aldus gevormde warmtewisselaar.

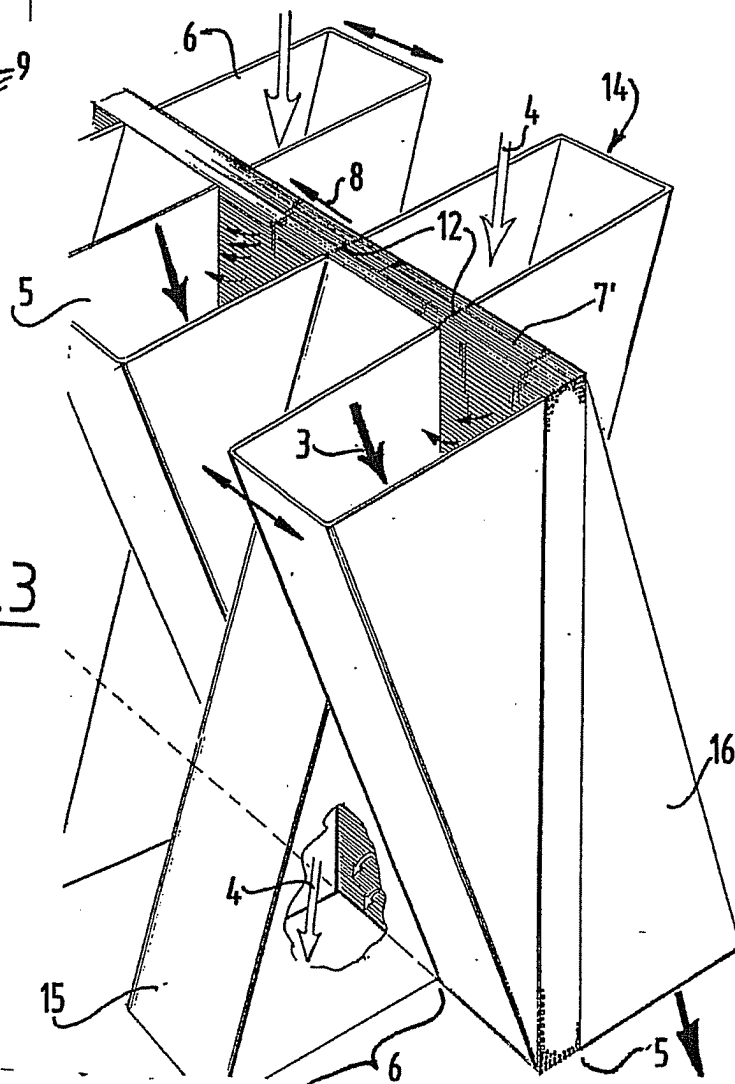
29. Warmtewisselaar volgens conclusie 27,  
omvattende de stap:

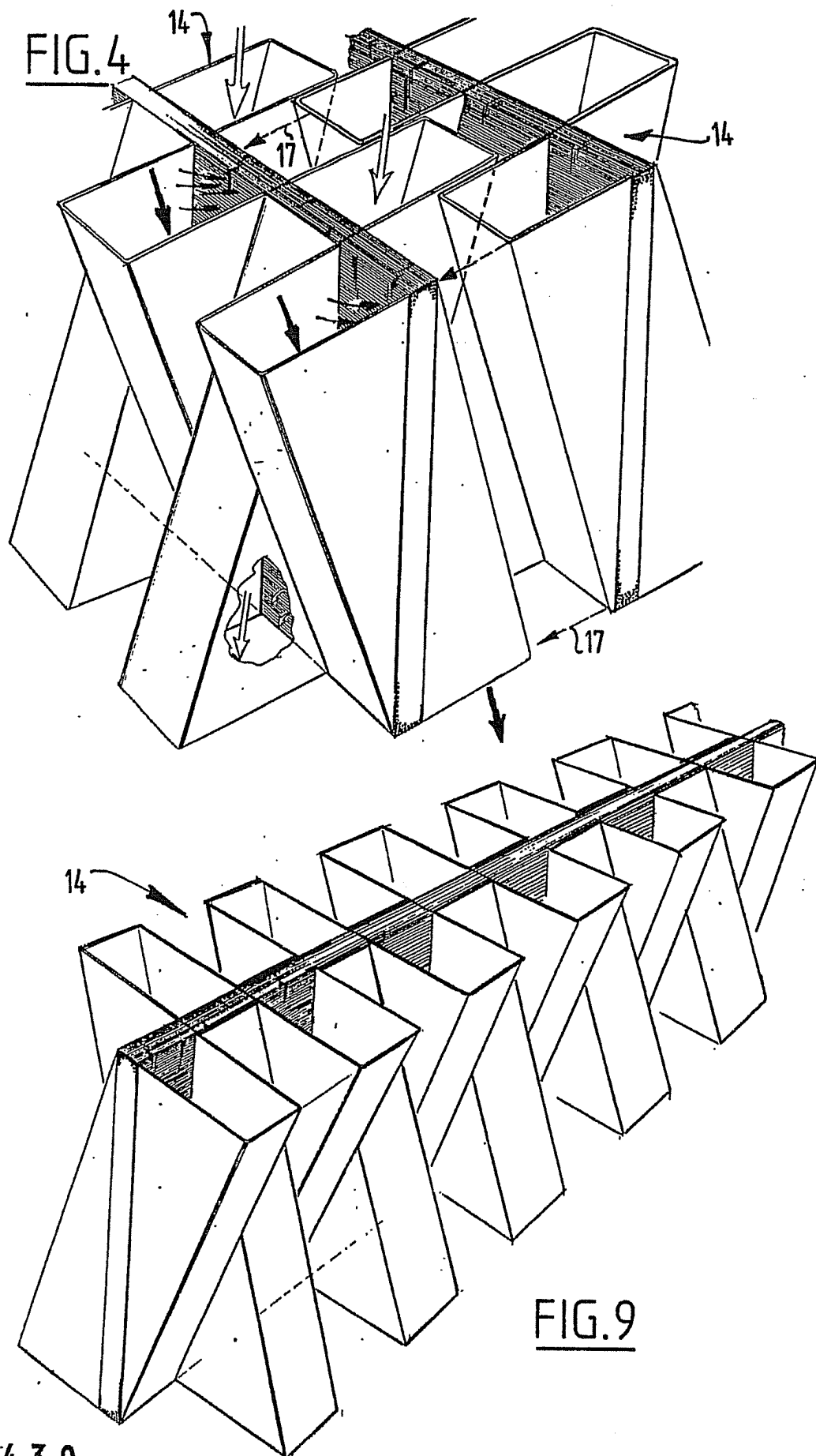
- 5 (11) het zodanig uitvoeren van stap (1), dat de strook  
cirkelvormig en roterend aandrijfbaar is voor het  
door opwikkelen aanbrengen van de warmtegeleidende  
draden.

\*\*\*\*\*



**FIG. 3**







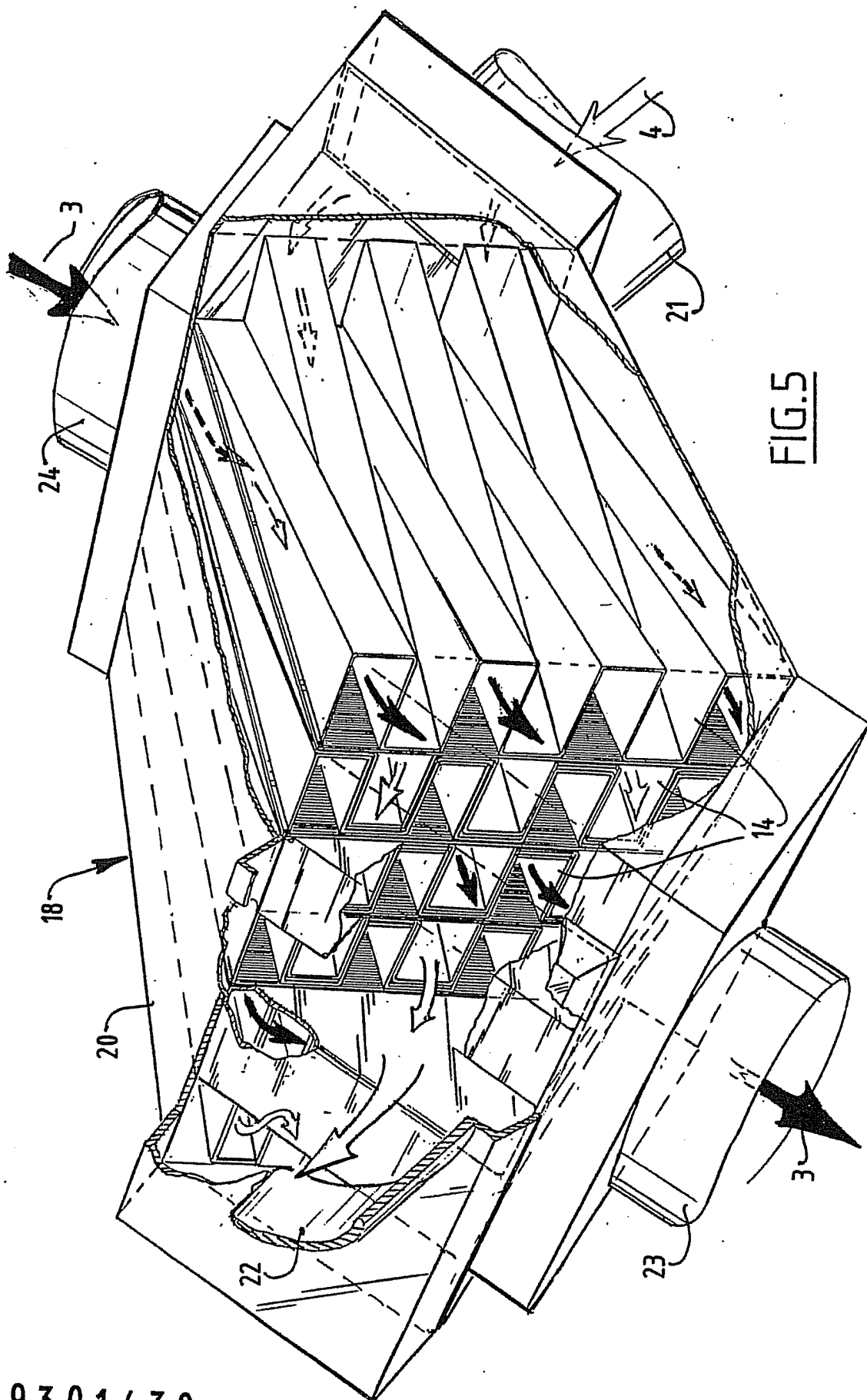


FIG. 5

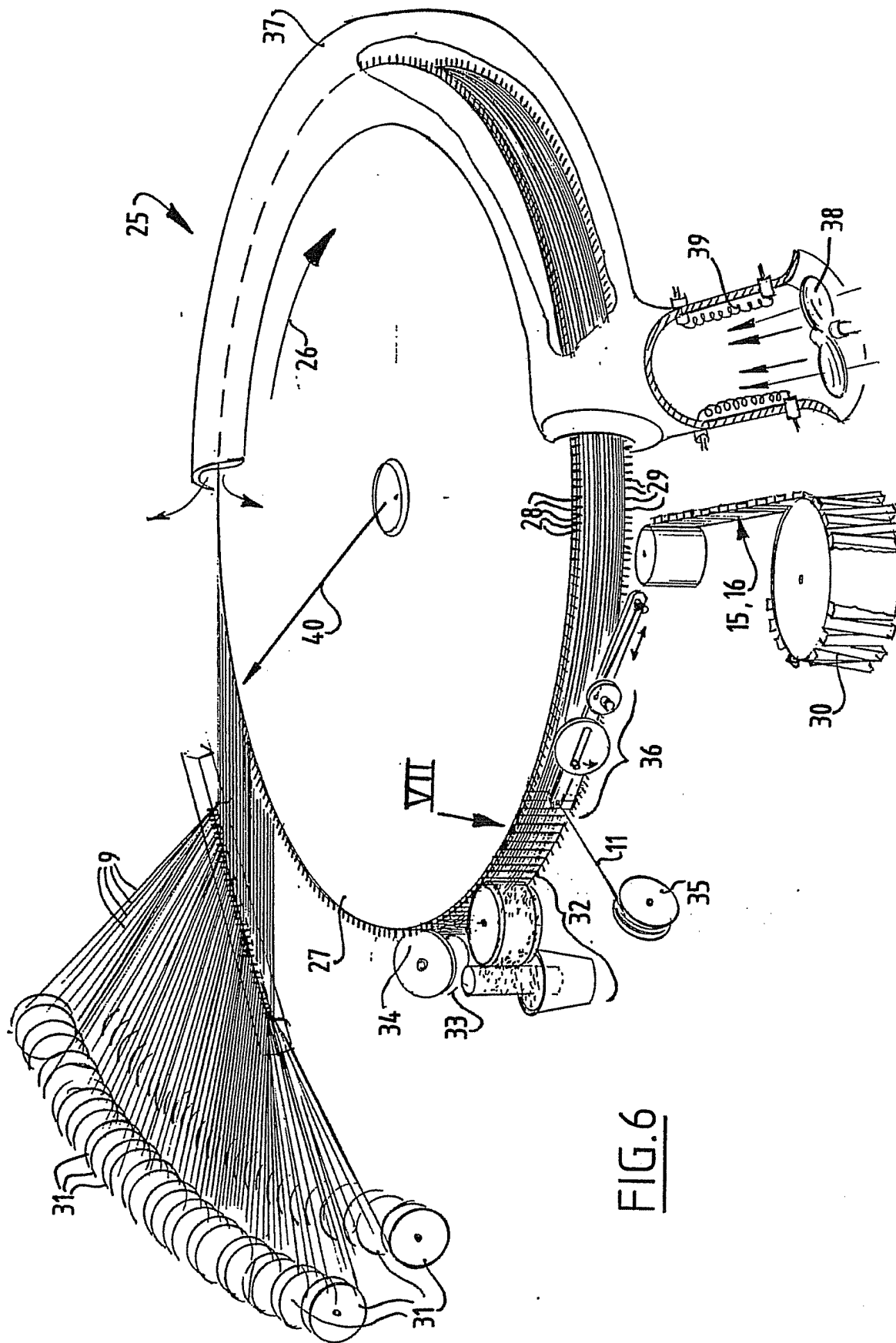
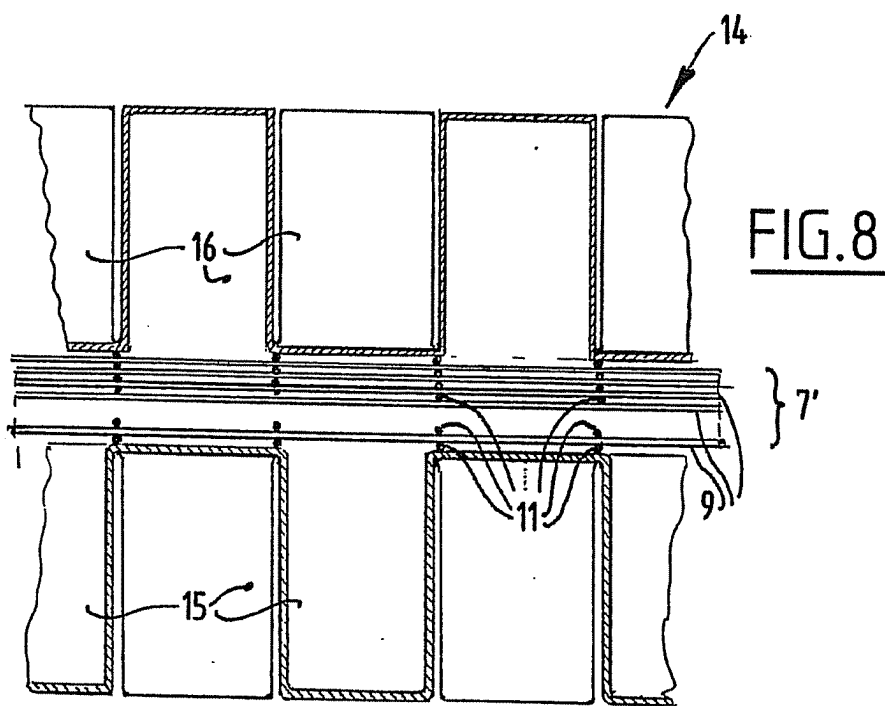
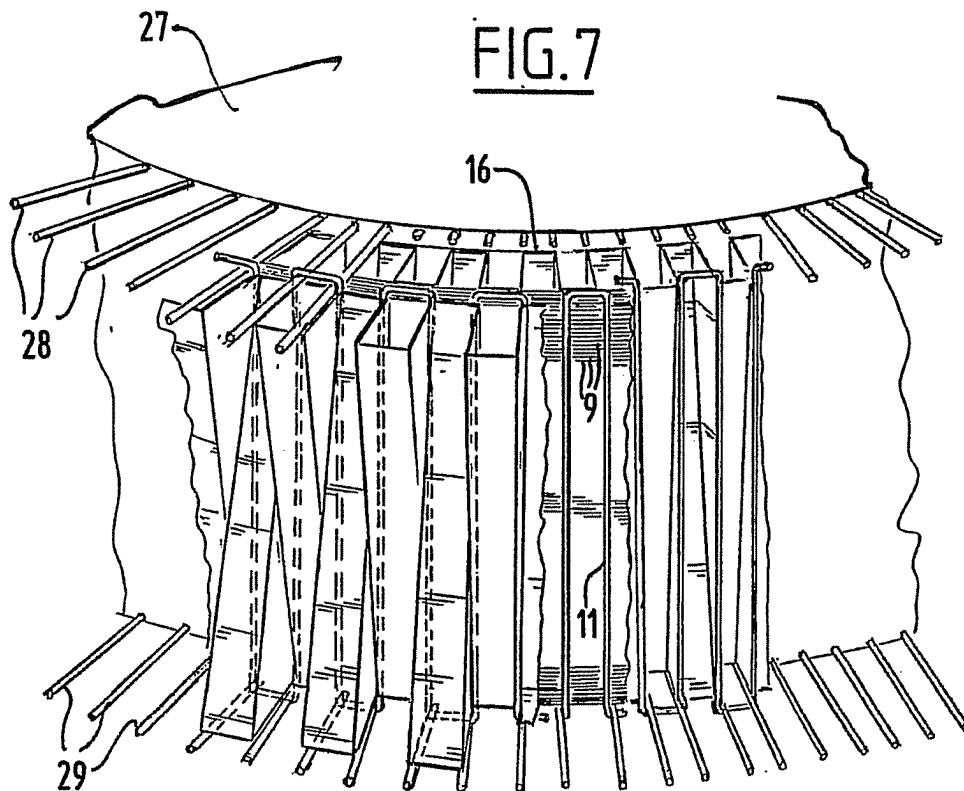


FIG. 6



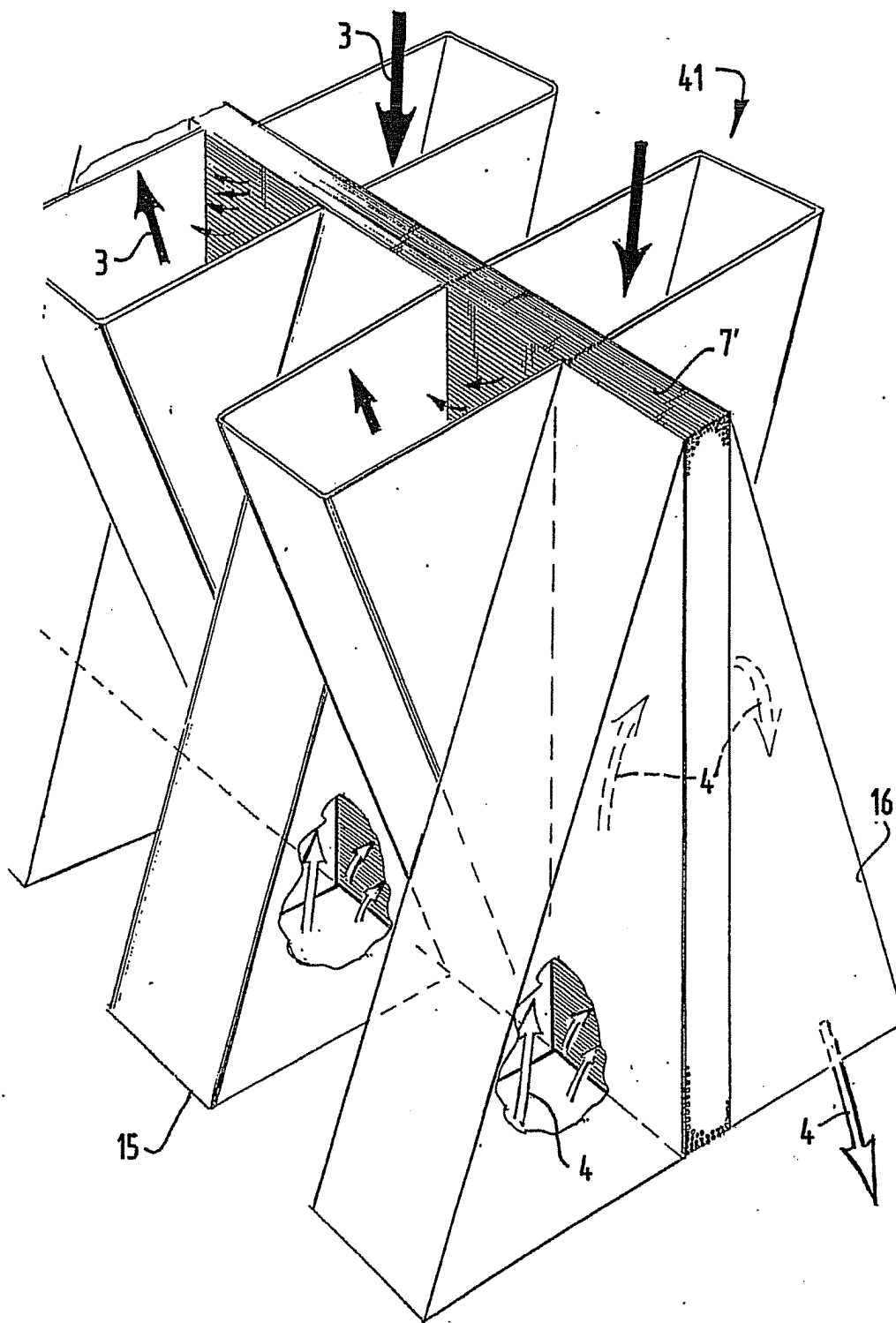


FIG.10

FIG.11

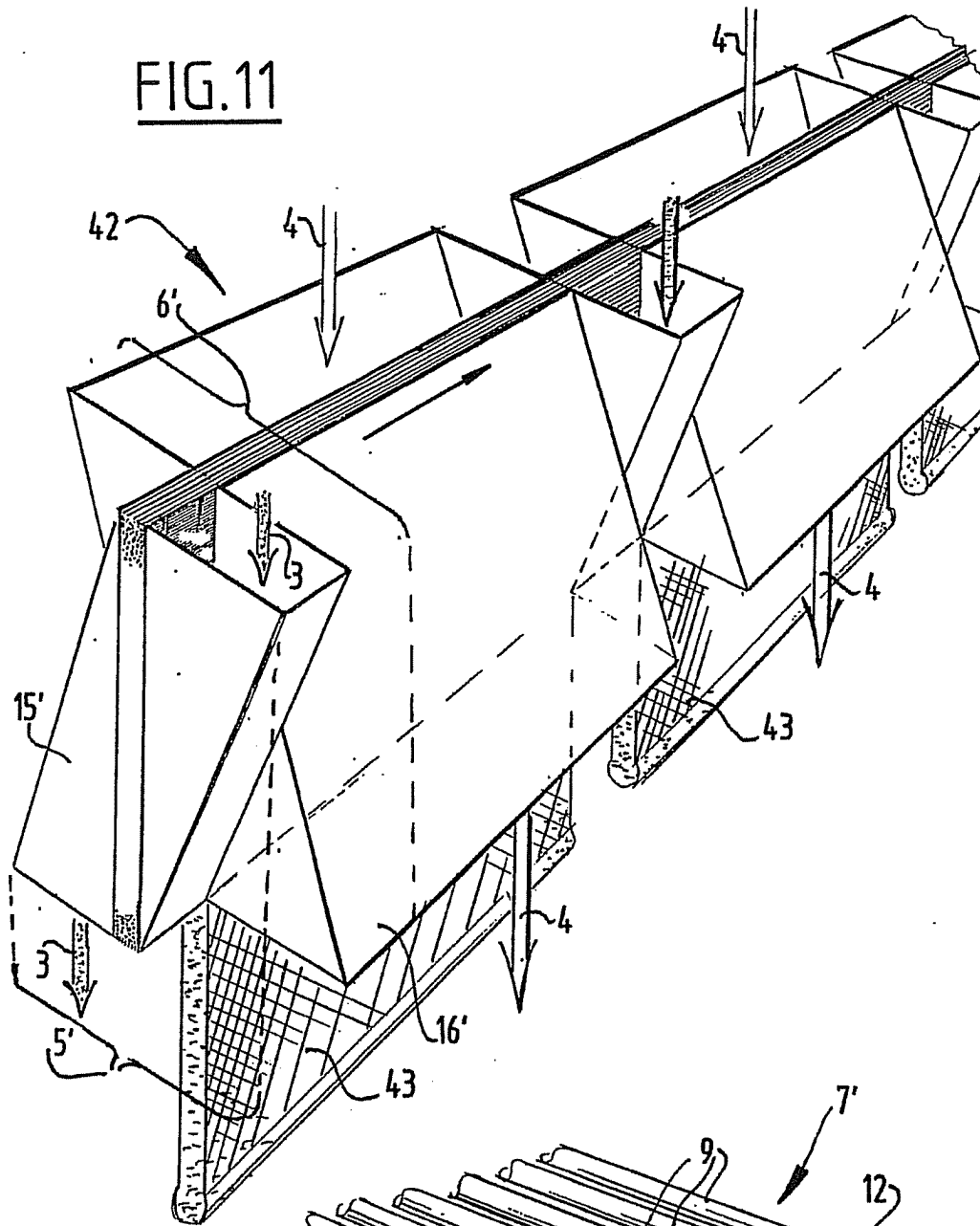
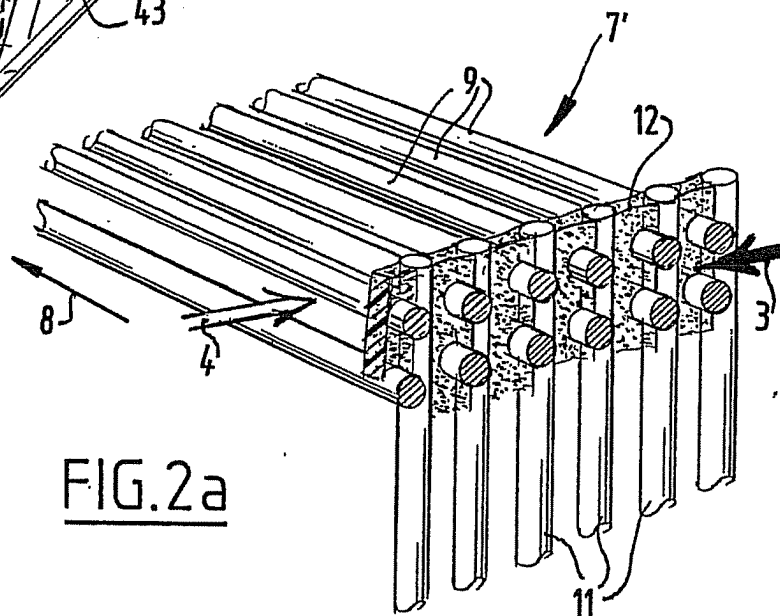


FIG.2a



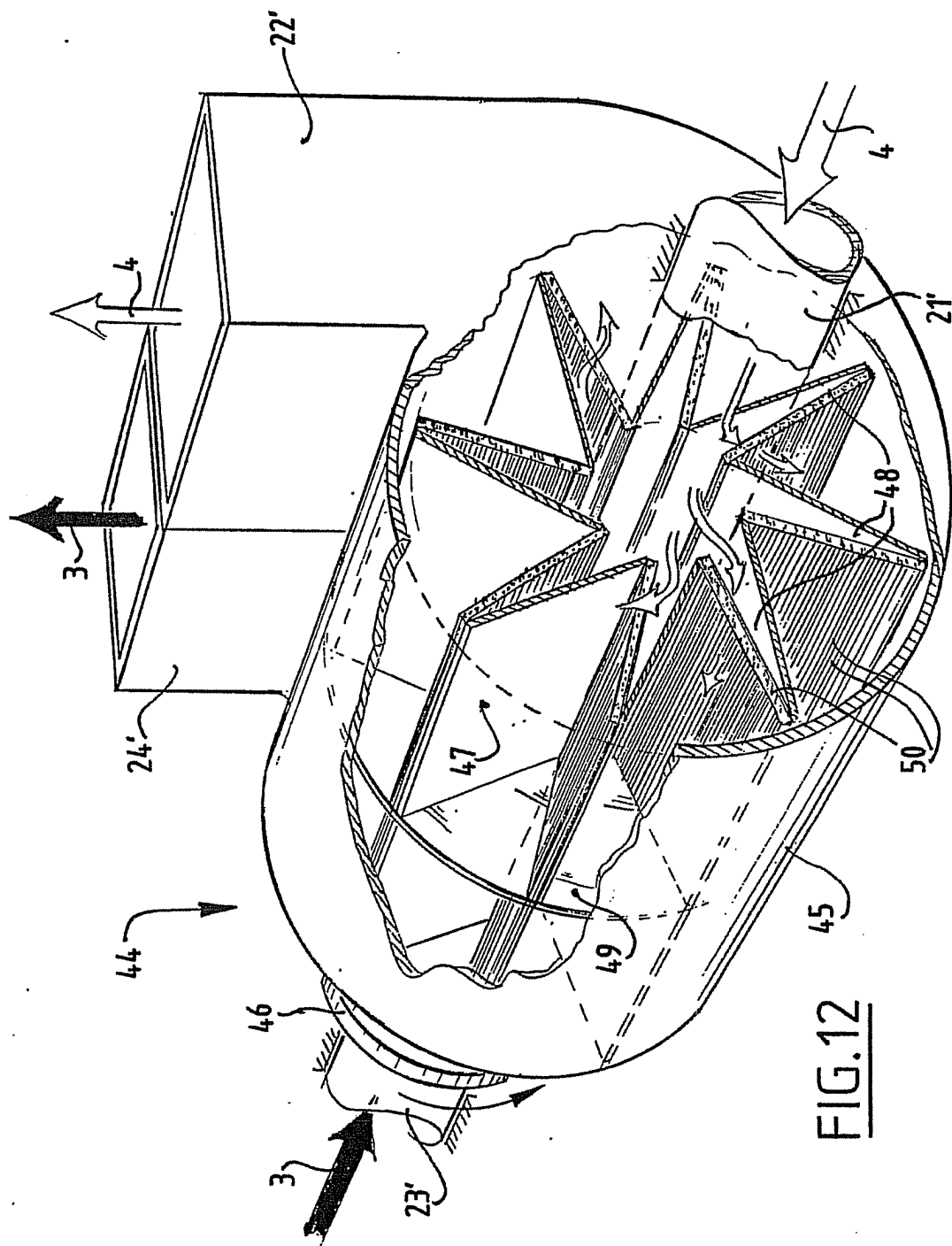


FIG. 12

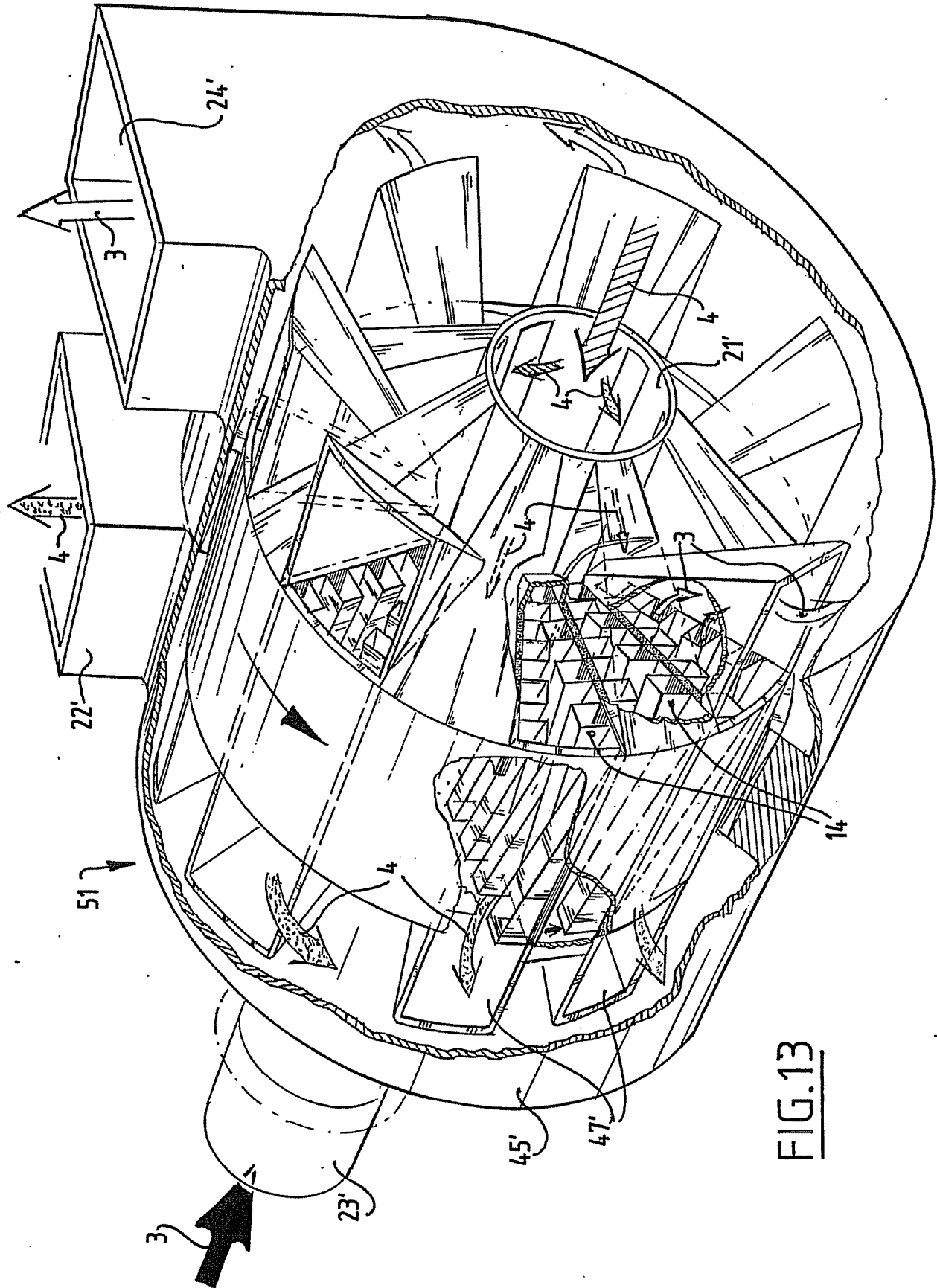


FIG. 13